

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年11月4日 (04.11.2004)

PCT

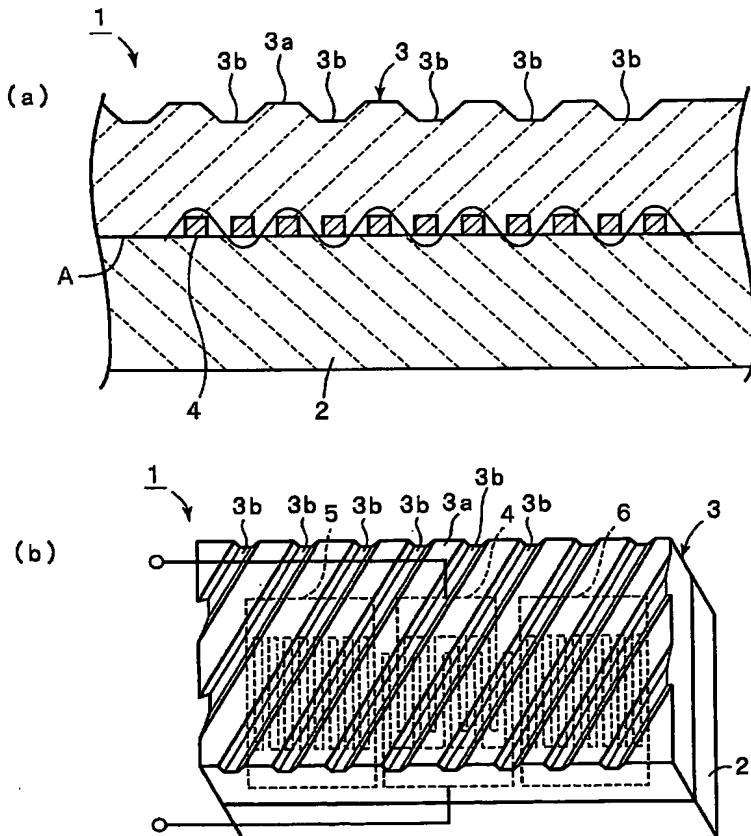
(10) 国際公開番号  
WO 2004/095699 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H03H 9/145, 9/25 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000762 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 神藤 始 (KANDO, Hajime) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市天神2丁目2番10号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).  
(22) 国際出願日: 2004年1月28日 (28.01.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 宮崎 主税, 外 (MIYAZAKI, Chikara et al.); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目6番5号 西村ビル Osaka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2003-114592 2003年4月18日 (18.04.2003) JP (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市天神2丁目2番10号 Kyoto (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC BOUNDARY WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性境界波装置



(57) Abstract: An elastic boundary wave device ensuring good resonance characteristics and filter characteristics by effectively suppressing a spurious state caused by an elastic wave confined between a boundary surface on which an elastic boundary wave propagates and the surface of a medium layer. On the boundary between a first medium layer, i.e. an  $\text{LiNbO}_3$  substrate, having a relatively high sound velocity and a second medium layer, i.e. an  $\text{SiO}_2$  film, having a relatively low sound velocity, an IDT as an electroacoustic transducer and a reflector are arranged, and recesses and/or protrusions are provided on the upper surface of the  $\text{SiO}_2$  film by forming a plurality of grooves, thereby completing an elastic boundary wave device.

(57) 要約: 弾性境界波が伝搬する境界面と媒質層の表面との間で閉じ込められる弾性波に起因するスプリアスを効果的に抑圧することができ、良好な共振特性やフィルタ特性を得ることを可能とする弾性境界波装置を提供する。相対的に音速が速い第1の媒質層としての $\text{LiNbO}_3$ 基板と、相対的に音速が遅い第2の媒質層としての $\text{SiO}_2$ 膜との境界に、電気音響変換器としてのIDTと、反射器とが配置されており、 $\text{SiO}_2$ 膜の上面に、複数本の溝が形成されて

凹部及び／または凸部が設けられている、弾性境界波装置。



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 弾性境界波装置

## 5 技術分野

本発明は、音速の異なる第1、第2の媒質層間の境界を伝搬する弾性境界波を利用した弾性境界波装置に関し、より詳細には、所望でないスプリアスを抑制する構造が備えられた弾性境界波装置に関する。

## 10 背景技術

レーリー波や第1漏洩波などの弾性表面波を利用した弾性表面波装置では、小型化及び軽量化を進めることができ、かつ調整が不要である。

従って、弾性表面波装置は、携帯電話用RFフィルタもしくはIFフィルタ、VCO用共振子またはテレビ用VIFフィルタなどに広く用いられている。

もともと、弾性表面波は、媒質表面を伝搬する性質を有するため、媒質の表面状態の変化に敏感である。従って、弾性表面波が伝搬するチップでは、弾性表面波が伝搬するチップ表面を保護しなければならない。そのため、弾性表面波チップのチップ表面が空洞に臨むように、空洞が設けられたパッケージを用いて、弾性表面波装置を気密封止する必要があった。このようなパッケージは一般にコストが高くつき、かつパッケージの寸法が弾性表面波チップの寸法よりも大幅に大きくならざるを得なかった。

上記のような空洞を有するパッケージを不要とするデバイスとして、弾性境界波装置が提案されている。

図15は、従来の弾性境界波装置の一例を示す正面断面図及び模式的

斜視図である。弾性境界波装置 101 では、音速が異なる第 1, 第 2 の媒質層 102, 103 が積層されている。第 1, 第 2 の媒質層 102, 103 の境界 A に、電気音響変換器としての IDT 104 が配置されている。また IDT 104 の弾性境界波伝搬方向両側には、反射器（図示せず）が配置されている。

弾性境界波装置 101 では、IDT 104 に入力信号を印加することにより、弾性境界波が励振される。弾性境界波は、図 15 の矢印 B で模式的に示すように、弾性境界波装置 101 の境界 A を伝搬する。

文献「Piezoelectric Acoustic Boundary Waves Propagating Along the Interface Between SiO<sub>2</sub> and LiTaO<sub>3</sub>」IEEE Trans. Sonics and ultrason.,VOL.SU-25,No.6,1978IEEE には、このような弾性境界波装置の一例が示されている。ここでは、126° 回転 Y 板 X 伝搬の LiTaO<sub>3</sub> 基板上に IDT が形成されており、さらに IDT を覆うように LiTaO<sub>3</sub> 基板上に SiO<sub>2</sub> 膜が所定の厚みに形成されている。この構造では、ストンリー波と称されている SV+P 型の弾性境界波が伝搬することが示されている。「Piezoelectric Acoustic Boundary Waves Propagating Along the Interface Between SiO<sub>2</sub> and LiTaO<sub>3</sub>」IEEE Trans. Sonics and ultrason.,VOL.SU-25,No.6,1978IEEE では、SiO<sub>2</sub> 膜の厚みを  $1.0\lambda$ （但し、 $\lambda$  は弾性境界波の波長）とした場合に、2% の電気機械結合係数が得られるとされている。

また、文献「Si/SiO<sub>2</sub>/LiNbO<sub>3</sub> 構造を伝搬する高圧電性境界波」（第 26 回 EM シンポジウム, H9 年 5 月, pp 53-58）には、 $[001] - Si <110> / SiO_2 / Y$  カット X 伝搬 LiNbO<sub>3</sub> 構造を伝搬する SH 型の弾性境界波が開示されている。この SH 型の弾性境界波は、ストンリー波と比べて電気機械結合係数  $k^2$  が大きいという利点を有する。また、SH 型の弾性境界波は、SH 型の波動であるため、ID

T反射器を構成する電極指の反射係数が、ストンリー波の場合に比べて大きいことが予想される。従って、SH型の弾性境界波を利用して共振子や共振器型フィルタを構成した場合、これらをより一層小型化することができ、かつ急峻な周波数特性の得られることが期待される。

- 5 文献「Piezoelectric Acoustic Boundary Waves Propagating Along the Interface Between  $\text{SiO}_2$  and  $\text{LiTaO}_3$ 」IEEE Trans. Sonics and ultrason., VOL.SU-25, No.6, 1978IEEE 及び「 $\text{Si}/\text{SiO}_2/\text{LiNbO}_3$ 構造を伝搬する高圧電性境界波」（第26回EMシンポジウム, H9年5月, pp 53-58）に記載の各弾性境界波装置は、弾性境界波を利用する
- 10 ものであるため、空洞を有するパッケージを必要としない。従って、弾性波装置の小型化及びコストの低減を果たすことができる。しかしながら、実際に弾性境界波装置を構成した場合、周波数特性において所望でないスプリアスが発生しがちであるという問題のあることが、本願発明者の実験により新たに見出された。

- 15 図16及び図17は、従来の弾性境界波装置の問題点を説明するための図であり、図16は弾性境界波装置の外観を示す模式的斜視図、図17はその周波数特性を示す図である。

- 図16に示すように、YカットX伝搬の $\text{LiNbO}_3$ 単結晶基板112上に、厚さ $0.05\lambda$ のAu膜からなるIDT113及び反射器114, 115を形成した。また、IDT113及び反射器114, 115を覆うように、 $\text{LiNbO}_3$ 単結晶基板112上に、厚さ $3.3\lambda$ の $\text{SiO}_2$ 膜116をRFマグネトロンスパッタによりウェハー加熱温度を $200^\circ\text{C}$ として成膜した。IDT113の電極指の対数は50対、交差幅 $30\lambda$ 、電極指のデューティ比は0.6とした。また、反射器114, 115の電極指の本数はそれぞれ50本とし、反射器114, 115の $\lambda$ と、IDT113の波長 $\lambda$ は一致させた。また、IDT113と、
- 20
- 25

反射器 114, 115 の間隔は、電極指中心間距離で  $0.5\lambda$  とした。  
なお、Au 膜の上下には、密着性を高めるために薄い Ti 層を蒸着により形成した。

このようにして構成された弾性境界波装置 111 の周波数特性を図 15 7 に示す。図 1 7 から明らかなように、弾性境界波装置 111 では、反共振周波数近傍及び反共振周波数よりも高周波数側に複数のスプリアスがかなりの大ききで発生していることがわかる。

従って、上記弾性境界波装置 111 を共振子として利用した場合、上記スプリアスにより不要共振が生じ、またフィルタとして利用した場合 10 には帯域外抑圧レベルが劣化する原因となり、弾性境界波装置を実用化する上の大きな障害となることがわかる。

#### 発明の開示

本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、所望でないスプリ 15 アスを効果的に抑圧することができ、良好な周波数特性を得ることを可能とする弾性境界波装置を提供することにある。

第 1 の発明に係る弾性境界波装置は、第 1 の媒質層と、第 2 の媒質層との間の境界を伝搬する弾性境界波を利用した弾性境界波装置において、前記第 2 の媒質の音速は、第 1 の媒質の音速に比べて遅く、弾性境界波 20 の波長を  $\lambda$  としたときに、第 2 の媒質層の厚みが  $7\lambda$  以上とされていることを特徴とする。すなわち、第 1 の発明では、相対的に音速が遅い第 2 の媒質層の厚みを特定の厚みとすることにより所望でないスプリアスを効果的に抑圧することが可能とされる。

本願の第 2 の発明は、第 1, 第 2 の媒質層の境界面を伝搬する弾性境 25 界波を利用した弾性境界波装置において、前記第 1 及び／または第 2 の媒質層の境界面とは反対側の面に弾性波を散乱する構造が設けられてい

ることを特徴とする。

第2の発明では、弾性波を散乱する構造が備えられることにより、所望でないスプリアスが抑制される。

第2の発明のある特定の局面では、前記第2の媒質層の音速が第1の媒質層の音速よりも遅く、前記第2の媒質層に前記弾性波を散乱する構造が設けられている。

第2の発明のさらに他の特定の局面では、前記弾性波を散乱する構造が、媒質層の前記境界面とは反対側の面に設けられた凹部及び／または凸部である。

10 第2の発明のさらに別の特定の局面では、前記弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに、前記凹部の溝の深さまたは凸部の高さが $0.05\lambda$ 以上とされている。

第2の発明のさらに他の特定の局面では、前記弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに、前記凹部及び／または凸部のピッチが $1\lambda$ 以上とされて  
15 いる。

第2の発明のさらに別の特定の局面では、前記弾性波を散乱する構造が設けられている媒質層の前記境界面と該境界面と反対側の面との間の寸法である厚みが、弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに $7\lambda$ 以下とされている。すなわち、音速が遅い第1の媒質層の厚みが $7\lambda$ 未満の場合には、スプリアスの抑制が困難であるが、上記弾性波を散乱する構造の採用によりスプリアスの抑制が果たされる。

第2の発明のさらに他の特定の局面では、前記第2の媒質層がSiO<sub>2</sub>からなり、前記第1の媒質層がLi含有圧電体基板からなり、前記SiO<sub>2</sub>からなる第2の媒質層の表面に凹部及び／または凸部が形成されて  
25 いる。

第1、第2の発明のある特定の局面では、前記第1、第2の媒質層間

に、境界波を励振するための電気音響変換器が形成されている。

第 1, 第 2 の発明のさらに他の特定の局面では、前記第 1 の媒質層と第 2 の媒質層との間の境界に設けられた反射器がさらに備えられる。

第 2 の発明の弾性境界波装置のさらに別の特定の局面では、前記媒質  
5 層の凹部及び／または凸部が形成されている面上に設けられた外層材がさらに形成されている。

#### 図面の簡単な説明

図 1 (a) 及び (b) は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性境界波  
10 装置の要部を示す模式的正面断面図及び外観を示す模式的斜視図である。

図 2 は、図 1 5 及び図 1 6 に示した従来の弾性境界波装置における弾性境界波のメインモードの変位分布を示す図である。

図 3 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

15 図 4 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

図 5 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

20 図 6 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

図 7 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

図 8 は、図 2 に示した場合と同一条件におけるスプリアスモードの変位分布の一例を示す図である。

25 図 9 は、第 1 の実施形態の弾性境界波装置のインピーダンス特性を示す図である。



図 1 0 は、第 1 の実施形態において、凹凸を構成する溝の深さを変化させた場合のスプリアスモードのインピーダンス比の変化を示す図である。

図 1 1 は、凹凸を構成する溝のピッチを変化させた場合のスプリアス  
5 モードのインピーダンス比の変化を示す図である。

図 1 2 は、第 1 の実施形態の弾性境界波装置の変形例における溝の構成を説明するための模式的斜視図である。

図 1 3 は、本発明の第 2 の実施形態を説明するための図であり、相対的に音速が遅い  $\text{SiO}_2$  膜の膜厚を変化させた場合のスプリアスモード  
10 のインピーダンス比の変化を示す図である。

図 1 4 は、第 1 の実施形態の弾性境界波装置の変形例の弾性境界波装置の要部を示す模式的部分正面断面図である。

図 1 5 は、従来の弾性境界波装置を説明するための模式的部分切欠正面断面図である。

15 図 1 6 は、従来の弾性境界波装置を説明するための模式的斜視図である。

図 1 7 は、図 1 6 に示した弾性境界波装置のインピーダンス特性を示す図である。

## 20 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

まず、図 1 7 に示したスプリアスの原因を調査するために、図 1 6 に示した弾性境界波装置 1 1 1 において数値解析を行い、弾性境界波の変位分布とスプリアスモードの変位分布を求めた。なお、 $\text{SiO}_2$  膜と Au との境界及び Au と  $\text{LiNbO}_3$  基板との境界における変位と上下方  
25

向の応力を連続とし、短絡境界であるため電位を0とし、 $\text{SiO}_2$  膜の厚みを所定値とし、 $\text{LiNbO}_3$  の厚みは無限とした。

図2は、 $\text{SiO}_2$  膜の厚みを2.5 $\mu\text{m}$ としたときの弾性境界波のメインモードの変位分布を示し、図3～図8は、同一条件におけるスプリアスモードの変位分布をそれぞれ示す図である。図2～図8において、 $U_1$  は変位のP波成分、 $U_2$  はSH波成分、 $U_3$  はSV波成分を示し、横軸は最大値で規格化した変位を、縦軸は深さ方向を示す。(一側が下方向)

図2から明らかなように、弾性境界波のメインモードはSH型の成分が主成分であるSH型の弾性境界波であることがわかる。そして、図3～図8から、スプリアスモードはSH波成分主体のモード、P波及びSV波成分が主体のモードの2種類のモードに大別されることがわかる。そして、2種類のスプリアスモードは、 $\text{SiO}_2$  膜の上面と、 $\text{SiO}_2$  膜とAuからなるIDTとの境界との間で伝搬する。また、上記2種類のスプリアスモードの高次モードが複数発生するため、図17に示したように多数のスプリアスが発生しているものと考えられる。

本発明に係る弾性境界波装置は、このような複数のスプリアスの抑圧を果たすべく考えられたものである。

#### (第1の実施形態)

図1(a)及び(b)は、本発明の弾性境界波装置の第1の実施形態を説明するための模式的正面断面図及び模式的斜視図である。

弾性境界波装置1では、第1、第2の媒質層2、3が積層されている。ここでは、第1の媒質層2がYカットX伝搬の $\text{LiNbO}_3$  単結晶基板からなり、第2の媒質層3が $\text{SiO}_2$  膜により構成されている。 $\text{LiNbO}_3$  単結晶基板2と $\text{SiO}_2$  膜3との間には、すなわち第1、第2の媒質層の境界Aには、電気音響変換器としてのIDT4が配置されている。なお、図1(a)では、IDT4が配置されている部分のみが示されて

いるが、図 1 (b) に示すように、I D T 4 の弾性境界波伝搬方向両側にグレーティング型の反射器 5, 6 が配置されている。I D T 4 及び反射器 5, 6 は、A u を L i N b O<sub>3</sub> 単結晶基板 2 上に  $0.05\lambda$  の厚みに成膜することにより形成されている。

- 5     なお、S i O<sub>2</sub> 膜 3 は、I D T 4 及び反射器 5, 6 を形成した後に、厚さ  $3.0\lambda$  の S i O<sub>2</sub> 膜を R F マグネトロンスパッタによりウエハー加熱温度 200℃ で成膜することにより形成した。

- 10     なお、I D T 4 の電極指の対数は 50 対、交差幅は  $30\lambda$ 、I D T 4 を構成する電極指のデューティー比を 0.6 とした。反射器 5, 6 の電極指の本数は 50 本とした。また、I D T 4 と反射器 5, 6 の波長  $\lambda$  は一致させ、I D T と反射器間の間隔は電極指中心間距離で  $0.5\lambda$  とした。

なお、A u 膜の上下には、密着性を高めるために、 $0.0005\lambda$  程度の薄い T i 層を蒸着により形成した。

- 15     次に、S i O<sub>2</sub> 膜 3 の上面 3 a に、I D T 4 の電極指に延びる方向に対して 30° の角度をなすように、深さ  $1\mu\text{m}$  の複数本の溝 3 b を切削により設け、本実施形態の弾性境界波装置 1 を得た。

このようにして得られた弾性境界波装置 1 のインピーダンス特性を図 9 に示す。

- 20     図 9 を、図 17 に示した弾性境界波装置 111 のインピーダンス特性と比較すれば明らかなように、反共振周波数よりも高周波側に位置していた複数のスプリアス応答が本実施形態によれば抑圧されていることがわかる。例えば、1300MHz に生じていたスプリアスは、共振周波数と反共振周波数の比のインピーダンス比で表した場合に、22.9dB から 6.6dB に抑制、すなわち 3 分の 1 に抑制し得ることがわかる。
- 25

本実施形態の弾性境界波装置 1 の特徴は、上記のように、S i O<sub>2</sub> 膜

3の境界面Aと反対側の面である上面3aに複数本の溝3bを形成し、それによって凹部を付与したことにある。凹部の形成により、スプリアスモードが散乱され、それによって上記のようにスプリアスが抑圧されたと考えられる。

- 5 本願発明者は、上記弾性境界波装置1の結果を考慮し、凹部の深さ及び形状についてさらに検討した。

上記と同様にして、弾性境界波装置1を作製した。但し、 $\text{SiO}_2$ 膜3の上面に凹部を付与するに際しては、溝3bを、 $\text{SiO}_2$ 膜3上にフォトリソグラフィ工程によりレジストパターンを形成した後、希釈ふっ酸によりウェットエッチングすることにより、またIDT4の電極指の延びる方向と $45^\circ$ の角度をなすように複数本の溝3bを形成した。

10 レジストパターンの変更及びエッチング条件の変更等により、複数本の溝3bの深さ及び配置ピッチを種々異ならせ、複数種の弾性境界波装置を得た。

- 15 このようにして得られた複数種の弾性境界波装置のインピーダンス特性を測定し、上記と同様にしてスプリアスのインピーダンス比を求めた。

図10は、溝3bの深さ、すなわち凹部の深さと、上記のようにして求められたスプリアスのインピーダンス比の関係を示す図である。図10から明らかなように、凹部の深さが $0.05\lambda$ 以上では、スプリアスのインピーダンス比が10dB以下に改善され、凹部の深さが $0.6\lambda$ 以上では5dB以下とさらに改善されることがわかる。従って、凹部の深さは、 $0.05\lambda$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $0.6\lambda$ 以上である。

20

図11は、上記複数本の溝3bのピッチと、スプリアスのインピーダンス比との関係を示す図である。図11から明らかなように、複数本の溝3bのピッチを $1\lambda$ 以上とすれば、スプリアスのインピーダンス比を

25

10 dB以下と改善し得ることがわかる。従って、好ましくは、溝3bのピッチは $1\lambda$ 以上とすることが望ましい。

なお、上記溝3bとIDTの電極指の延びる方向の角度を $0^\circ$ または $90^\circ$ とした場合においても、上記溝3bの深さを $0.05\lambda$ 以上とすれば、スプリアスのインピーダンス比を改善し得ることが確かめられている。

なお、上記実施形態では、複数本の溝3bは、電極指の延びる方向と所定の角度をなすように平行に位置されていたが、図12に模式的斜視図で示すように、 $\text{SiO}_2$ 膜3の上面3aにおいて、複数本の溝3bに加えて、複数本の溝3cが溝3bに交差するように配置されていてもよい。この場合においても、溝3b、3cの深さを $0.05\lambda$ 以上とすることにより、上記と同様にスプリアスのインピーダンス比を改善し得ることが確かめられている。

なお、図1及び図12では、 $\text{SiO}_2$ 膜、すなわち第1の媒質の上面に複数本の溝3bまたは複数本の溝3b、3cにより構成されていたが、直線状の溝でなく、曲線状の溝、あるいは他の形状の溝が形成されていてもよい。すなわち、本発明における凹凸は、互いに平行に延びる直線状の複数本の溝に限定されるものではない。

また、上記凹部の形成に際しては、スプリアスの波長を $\lambda_s$ 、上記スプリアスモードが $\text{SiO}_2$ 膜3の上面3aに入射する角度を $\theta_s$ としたとき、凹部の深さを、 $\lambda_s / 4 \times \sin \theta_s$ とすれば、凹部3bと上面3aとで反射されるスプリアスの位相が逆相となり、互いに打ち消し合う。従って、スプリアスのIDT4による受信をより効果的に防止し得ると考えられる。

25    なお、上記凹部の形成に際しては、多数本の溝3bを形成することが望ましいが、1本以上の溝3bを形成すれば、上記実施形態と同様の効

果を得ることができる。また、凹部に代えて、ドット状のような凸部を設けてもよく、凹部及び／または凸部の双方が設けられていてもよい。

(第2の実施形態)

第2の実施形態の弾性境界波装置は、第1の実施形態の弾性境界波装置1と同様の構造を有する。従って、第2の形態の弾性境界波装置については、第1の実施形態の弾性境界波装置について行った説明を援用することとする。第2の実施形態の弾性境界波装置は、第1の実施形態の弾性境界波装置と異なるところは、(1)  $\text{SiO}_2$  膜3の上面に溝が付与されていないこと、並びに(2)  $\text{SiO}_2$  膜の膜厚が $7\lambda$ 以上とされていることにある。

すなわち、第1の実施形態では、上記溝3bまたは溝3b, 3cの形成により凹凸を付与し、スプリアスの抑圧が図られていた。これに対して、第2の実施形態の弾性境界波装置では、 $\text{SiO}_2$  膜3の膜厚が $7\lambda$ 以上とされていることにより、スプリアスが抑圧される。これを、具体的な実験例に基づき説明する。

第1の実施形態の実験例と同様にして弾性境界波装置1を作製した。但し、 $\text{SiO}_2$  膜3の表面に凹凸は付与せず、 $\text{SiO}_2$  膜3の厚みを種々変化させた。このようにして得られた複数種の弾性境界波装置の $\text{SiO}_2$  膜の膜厚と、上記スプリアスモードのインピーダンス比との関係を図13に示す。

図13から明らかなように、 $\text{SiO}_2$  膜の膜厚を $7\lambda$ 以上とすれば、スプリアスモードのインピーダンス比を5dB以下とし得ることがわかる。

第2の実施形態の弾性境界波装置では、スプリアスとなる弾性波が閉じ込められる、相対的に音速が遅い第2の媒質層である $\text{SiO}_2$  膜3の厚みを十分に厚くすることにより、上記弾性波によるスプリアスの抑圧

が果たされていると考えられる。

なお、より好ましくは、第 1 の実施形態の弾性境界波装置 1 において、すなわち  $\text{SiO}_2$  膜の上面に凹部及び／または凸部が設けられている構造において、さらに  $\text{SiO}_2$  膜の厚みを第 2 の実施形態に従って厚くすれば、より一層上記スプリアスを効果的に抑圧することができる。従って、好ましくは、第 1、第 2 の実施形態の双方のスプリアス抑圧構造を備えた弾性境界波装置を構成することが望ましい。

図 1 4 は、本発明に係る弾性境界波装置の変形例を示す模式的正面断面図である。

10 第 1 の実施形態の弾性境界波装置 1 では、 $\text{SiO}_2$  膜の上面に複数本の溝 3 b の形成により凹部が形成されていたが、この場合凹部を被覆するように、外層材 1 1 を形成してもよい。外層材 1 1 を形成した場合、外層材 1 1 の表面 1 1 a が平坦であっても、第 2 の媒質層としての  $\text{SiO}_2$  膜 3 の上面 3 a に凹凸が付与されているため、第 1 の実施形態と同様にスプリアスを効果的に抑圧することができる。なお外層材 1 1 としては、例えば AlN などの適宜の材料を用いることができる。

上記外層材 1 1 の形成により、弾性境界波装置の機械的強度を高めたり、腐食性ガスの浸入を抑制したりすることができる。すなわち、外層材 1 1 は、このような保護層としての作用を果たし得るため、酸化チタン、窒化アルミニウムまたは酸化アルミニウムなどの絶縁性材料、ある  
20 いは Au、Al もしくは W などの金属材料により構成され得る。

また、外層材 1 1 の形成により、第 2 の媒質層である  $\text{SiO}_2$  の音響インピーダンスと、外層材 1 1 の音響インピーダンスが大きく異なる場合、第 1 の媒質層と外層材 1 1 の境界と、弾性境界波へ伝搬する境界層との間にスプリアスモードが従来の弾性境界波装置の場合と同様に閉じ  
25 込められて伝搬する。しかしながら、この場合においても、第 1 の実施

形態に従って、上記凹部及び／または凸部を形成することによりスプリアスモードの抑制を果たすことができる。

さらに、本発明においては、第 1, 第 2 の媒質層間に、第 1, 第 2 の媒質層よりも音速が遅い第 3 の媒質層を配置し、第 3 の媒質層を境界層  
5 としてもよい。この場合、第 1 の媒質層と第 3 の媒質層との間に、IDT などの電極を形成すればよい。このように、第 3 の媒質層を配置した構造においても、境界波の励振と同時に、第 1 の媒質層または第 2 の媒質層を伝搬するスプリアスモードが生成されるが、第 1, 第 2 の実施形態と同様に第 1 の媒質層を構成することにより、該スプリアスモードを  
10 同様に抑圧することができる。第 1, 第 2 の媒質間に第 3, 第 4 の媒質層とを形成した場合でも、いずれかの層間に凹凸を形成することでスプリアスモードを抑圧できる。

なお、上記第 1, 第 2 の実施形態では、Au により IDT 4 及び反射器 5, 6 が構成されていたが、弾性境界波装置の電極材料としては、Au  
15 u に限定されず、Ag、Cu または Al などを用いてもよい。また、電極の密着性や耐電力性を高めるために、Ti、Cr または NiCr などの薄い層を電極層に積層してもよい。また、共振子だけでなく、横結合型フィルタや 2 個以上の IDT の外側に反射器を配置した縦結合型フィルタ、ラダー型フィルタやラチス型フィルタに本発明を用いてもよい。

20 また、第 1, 第 2 の媒質層を構成する材料については、SiO<sub>2</sub> 及び LiNbO<sub>3</sub> に限定されず、LiTaO<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>、水晶、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスのような様々な圧電材料、並びにガラスもしくはサファイアなどの様々な誘電体材料を用いることができる。

## 25 産業上の利用可能性

第 1 の発明に係る弾性境界波装置によれば、音速が相対的に遅い第 1



の媒質層の厚みが $7\lambda$ 以上とされているため、前述した実験例から明らかのように弾性境界波が伝搬する境界面と第2の媒質層の境界面とは反対側の面との間を伝搬するスプリアスを効果的に抑圧することができ、共振特性やフィルタ特性の良好な弾性境界波装置を提供することができる。

第2の発明によれば、第1及び／または第2の媒質層の弾性境界波へ伝搬する境界面とは反対側の面に、弾性波を散乱する構造が設けられているので、該弾性波による所望でないスプリアスを効果的に抑圧することができ、良好な共振特性及びフィルタ特性を得ることができる。

10 第1、第2の発明に係る弾性境界波装置は、上記のように第1、第2の媒質層間の弾性境界波を利用するものであるため、空洞を有する複雑なパッケージ構造を必要とせず、安価に製造され得る。また、弾性表面波装置に比べて、小型化及び軽量化を図ることができ、従ってより小型でありかつ高密度実装に適した弾性波装置を提供することができる。

15 第2の発明において、弾性波を散乱する構造が第2の媒質層に設けられている場合には、スプリアスが伝搬しやすい相対的に音速の遅い第2の媒質層におけるスプリアスモードの抑圧を効果的に果たすことができる。

上記弾性波を散乱する構造が、媒質層の弾性境界波が伝搬する面とは  
20 反対側の面に設けられた凹部及び／または凸部により構成されている場合には、該凹部及び／または凸部によりスプリアスモードが確実に散乱される。

上記凹凸の深さが $0.05\lambda$ 以上の場合、あるいは凹部及び／または凸部のピッチが $1\lambda$ 以上の場合には、それによってスプリアスをより一  
25 層効果的に抑圧することができる。

第2の発明において、弾性境界波が伝搬する面と、弾性波を散乱する

構造が設けられている面との間の距離が  $7\lambda$  以下の場合には、弾性波を散乱する構造が設けられている媒質層の厚みが比較的薄いためスプリアスが媒質層の厚みによって抑制することはできないが、第2の発明に従って凹部及び／または凸部の付与によりスプリアスを効果的に抑圧する

5 ことができる。

凹部及び／または凸部を覆うように外層材がさらに設けられている場合には、外層材により弾性境界波装置の機械的強度を高めたり、耐電力性を高めることが可能となる。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1の媒質層と、第2の媒質層との間の境界を伝搬する弾性境界波を利用した弾性境界波装置において、
- 5 前記第2の媒質の音速は、第1の媒質の音速に比べて遅く、弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに、第2の媒質層の厚みが $7\lambda$ 以上とされていることを特徴とする、弾性境界波装置。
2. 第1、第2の媒質層の境界面を伝搬する弾性境界波を利用した弾性境界波装置において、
- 10 前記第1及び／または第2の媒質層の境界面とは反対側の面に弾性波を散乱する構造が設けられていることを特徴とする、弾性境界波装置。
3. 前記第2の媒質層の音速が第1の媒質層の音速よりも遅く、前記第2の媒質層に前記弾性波を散乱する構造が設けられている、請求項2に記載の弾性境界波装置。
- 15 4. 前記弾性波を散乱する構造が、媒質層の前記境界面とは反対側の面に設けられた凹部及び／または凸部である、請求項2または3に記載の弾性境界波装置。
5. 前記弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに、前記凹部の溝の深さまたは凸部の高さが $0.05\lambda$ 以上である、請求項4に記載の弾性境界
- 20 波装置。
6. 前記弾性境界波の波長を $\lambda$ としたときに、前記凹部及び／または凸部のピッチが $1\lambda$ 以上である、請求項4または5に記載の弾性境界波装置。
7. 前記弾性波を散乱する構造が設けられている媒質層の前記境界面と該境界面と反対側の面との間の寸法である厚みが、弾性境界波の波
- 25 長を $\lambda$ としたときに $7\lambda$ 以下である、請求項2～6のいずれかに記載の

弾性境界波装置。

8. 前記第1の媒質層がLi含有圧電体基板からなり、前記第2の媒質層がSiO<sub>2</sub>からなり、前記SiO<sub>2</sub>からなる第2の媒質層の表面に凹部及び／または凸部が形成されている、請求項2～7のいずれかに記載の弾性境界波装置。
- 5 9. 前記第1，第2の媒質層間に、境界波を励振するための電気音響変換器が形成されている、請求項1～8のいずれかに記載の弾性境界波装置。
- 10 10. 前記第1の媒質層と第2の媒質層との間の境界に設けられた反射器をさらに備える、請求項9に記載の弾性境界波装置。
11. 前記媒質層の凹部及び／または凸部が形成されている面上に設けられた外層材をさらに備えることを特徴とする、請求項2～9のいずれかに記載の弾性境界波装置。
- 15 12. 前記第1，第2の媒質層間に、第1，第2の媒質層よりも音速が遅い第3の媒質層が設けられており、該第3の媒質層が弾性境界波が伝搬する境界層とされている、請求項1～11のいずれかに記載の弾性境界波装置。

図 1

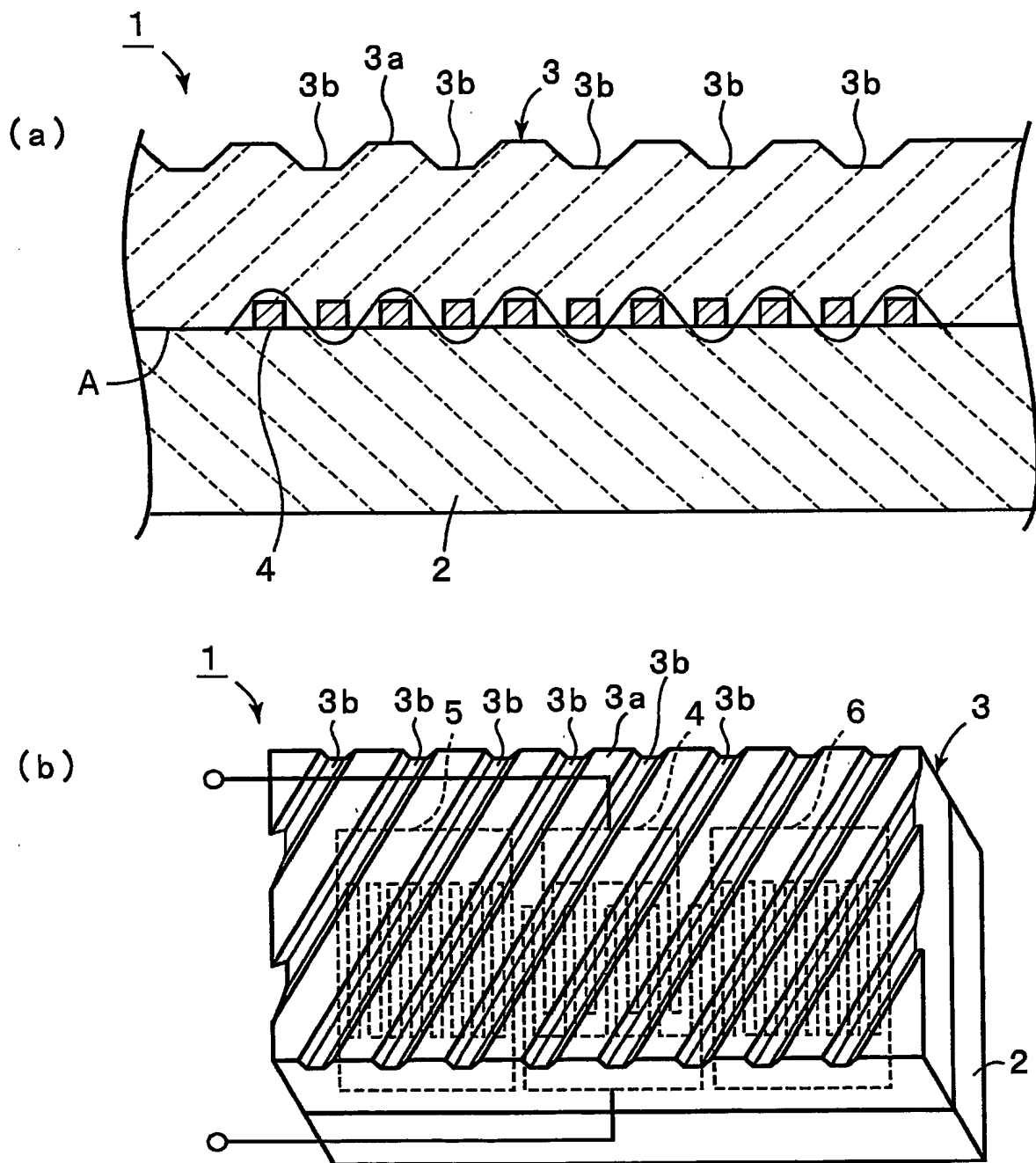


図 2

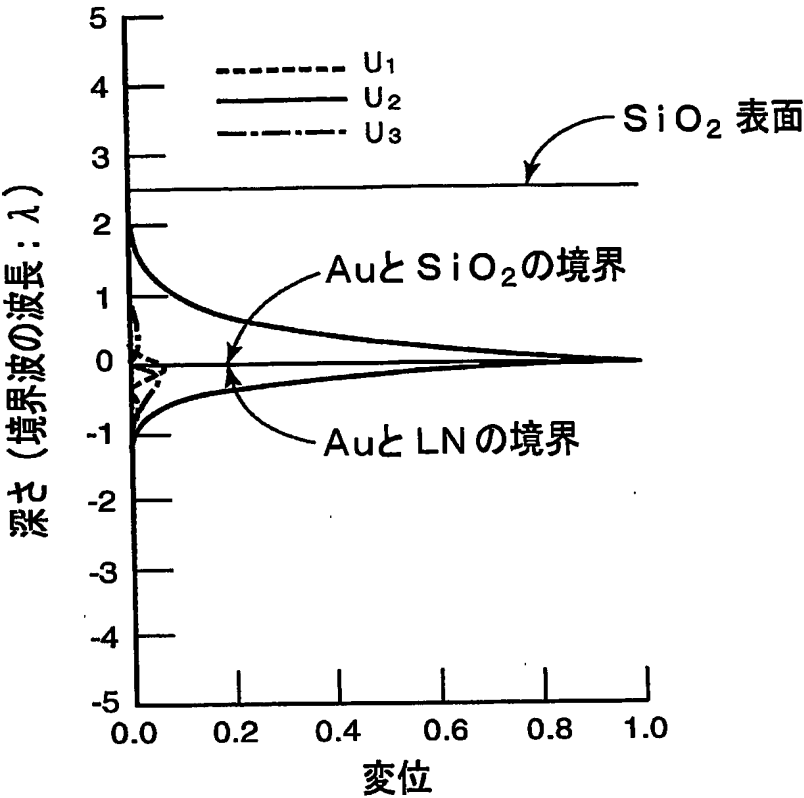


図 3

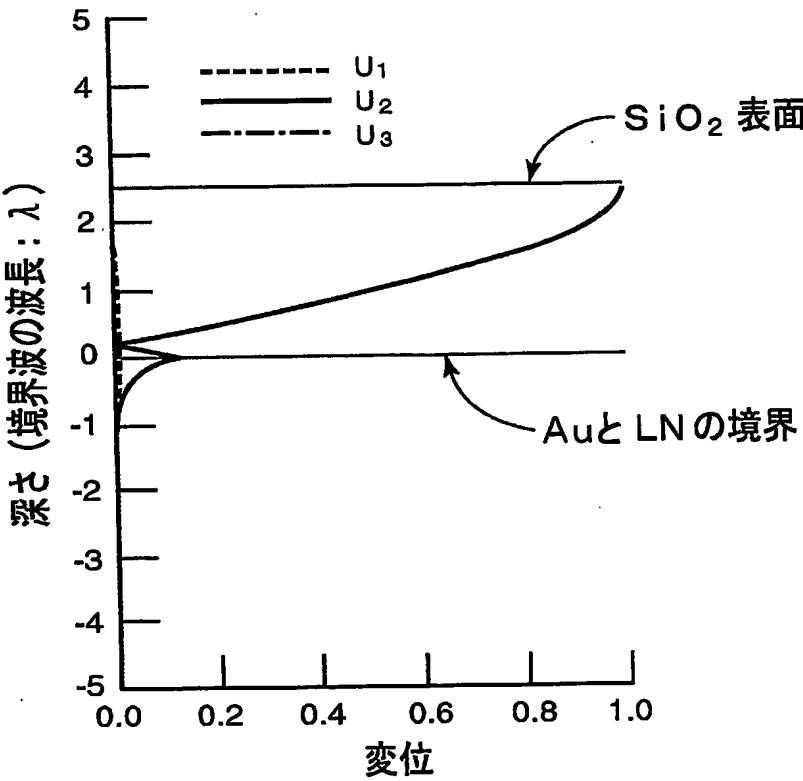


図 4

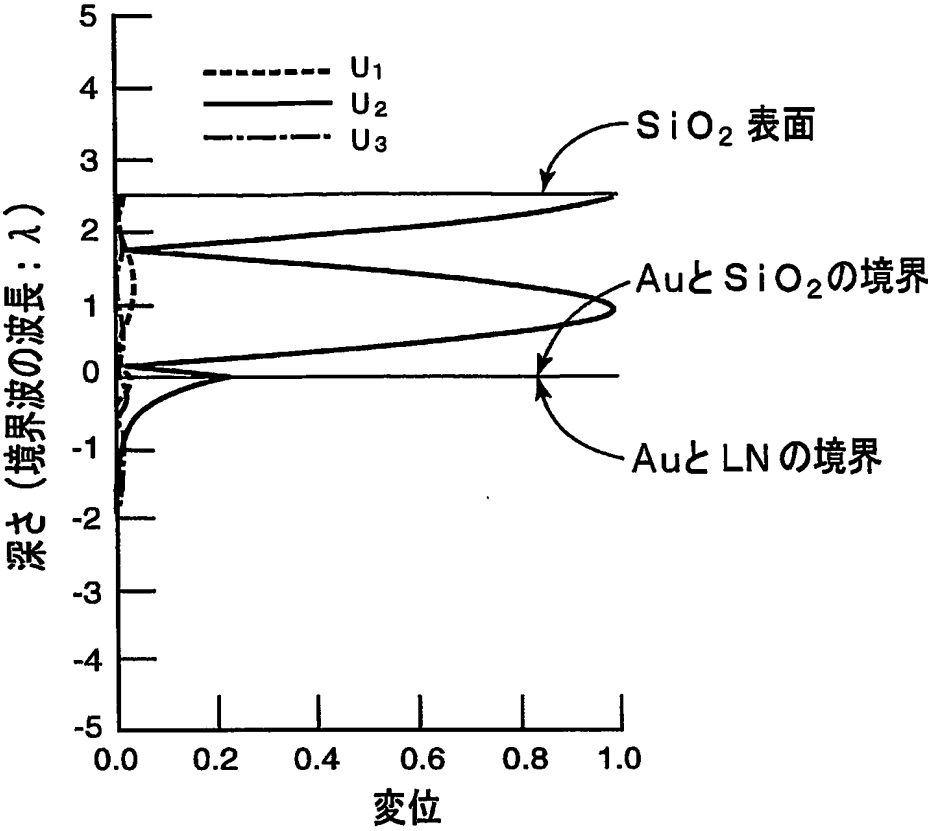


図 5

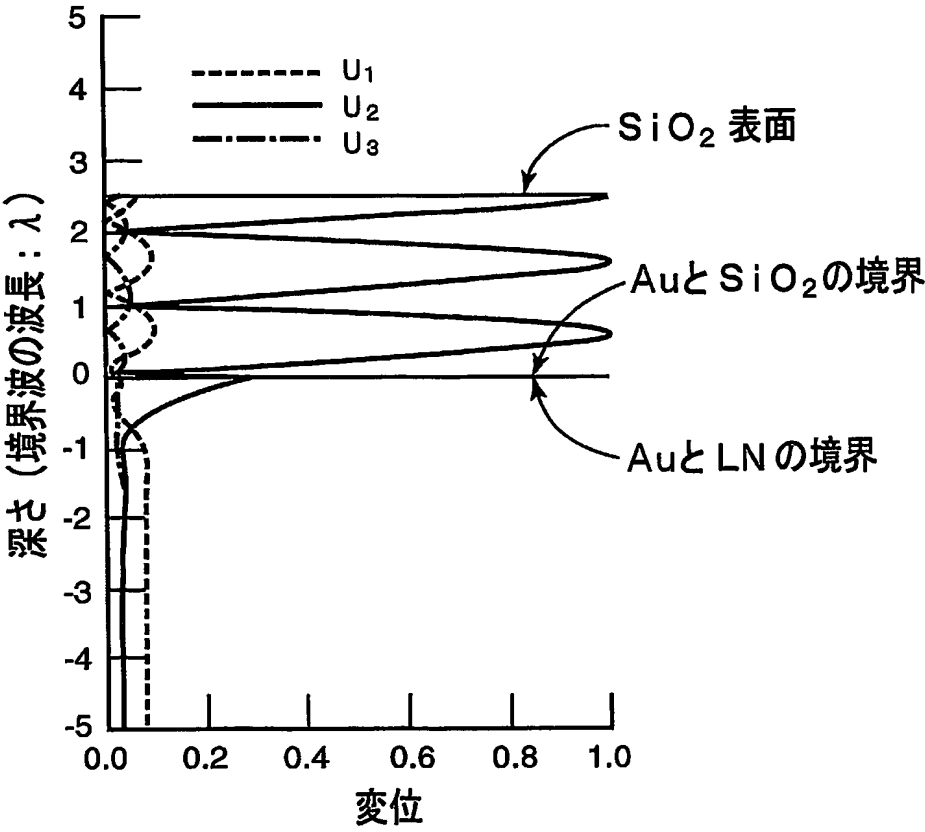


図 6

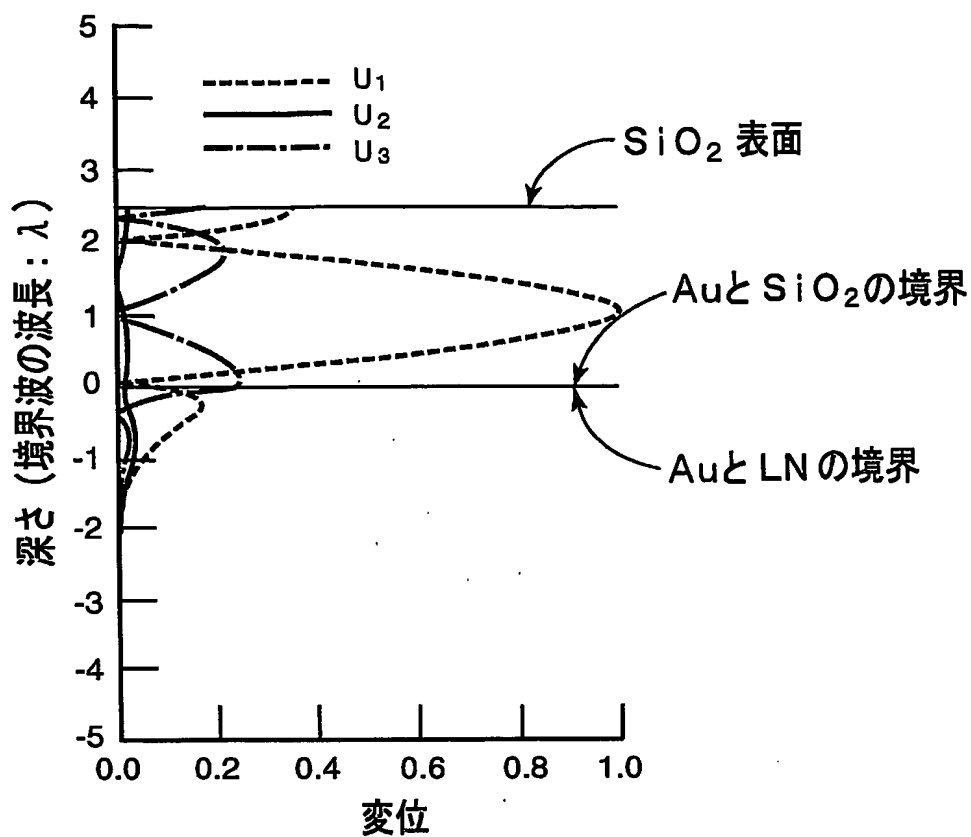


図 7

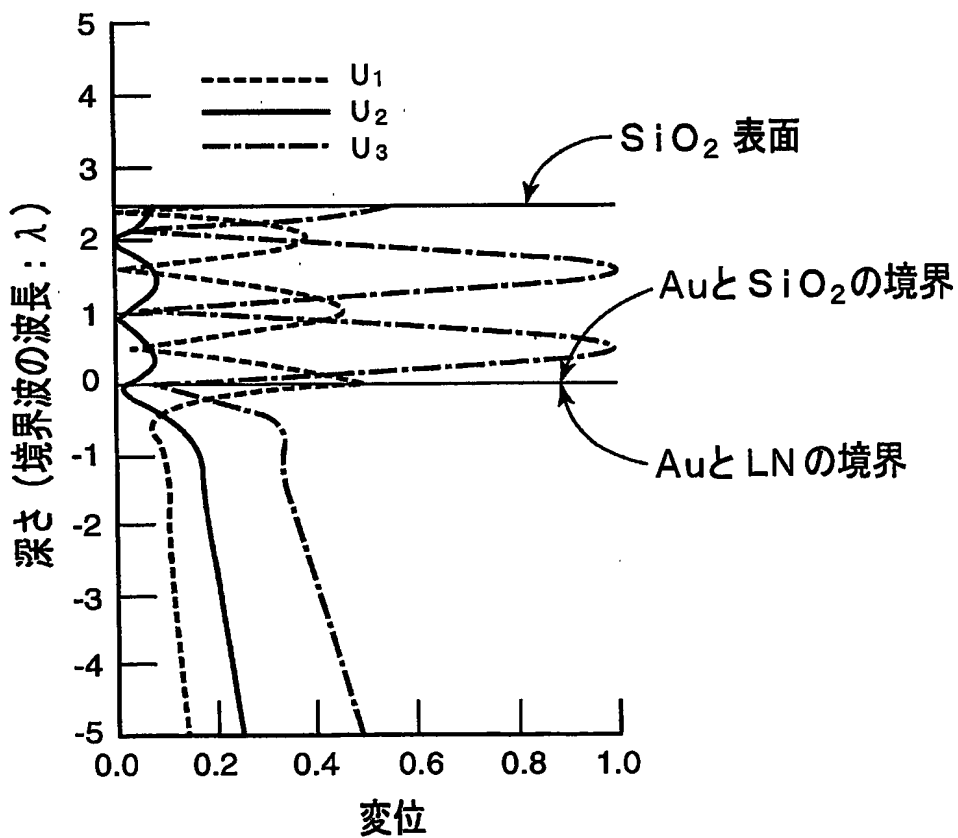




図 8

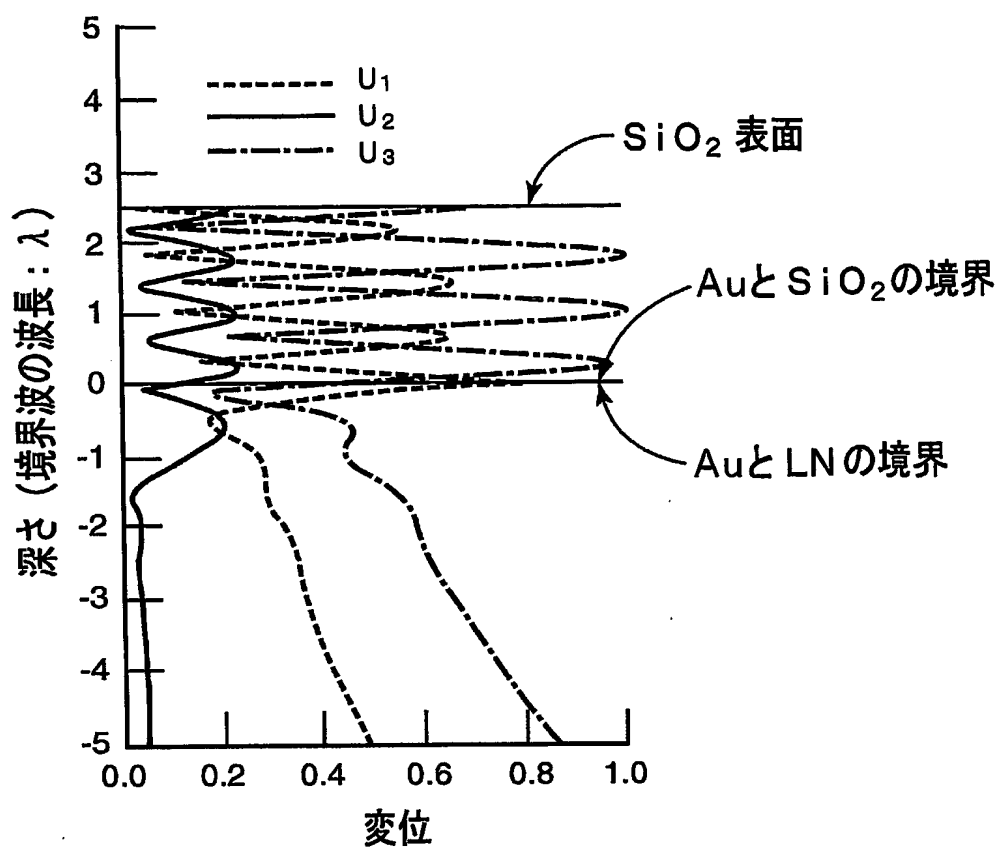


図 9

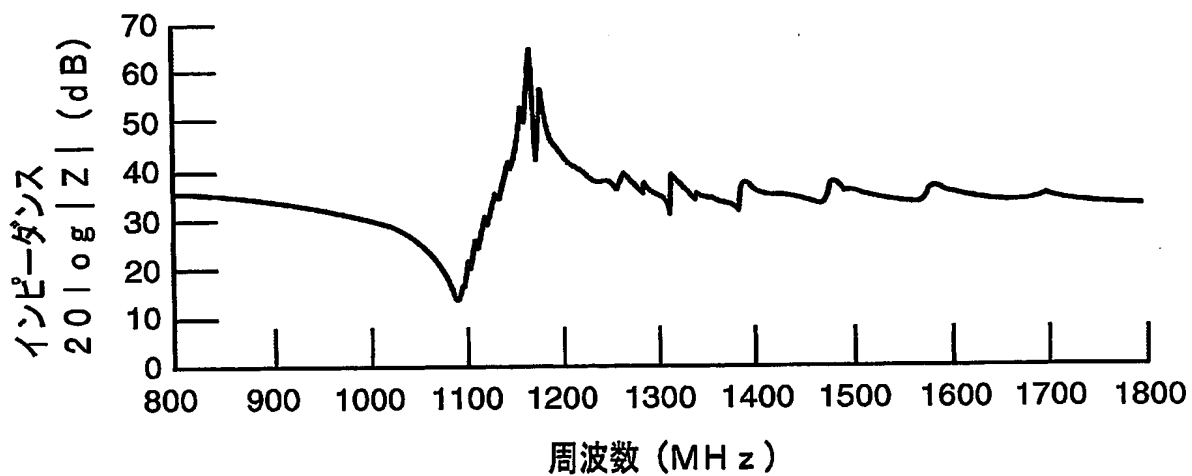


図 1 0

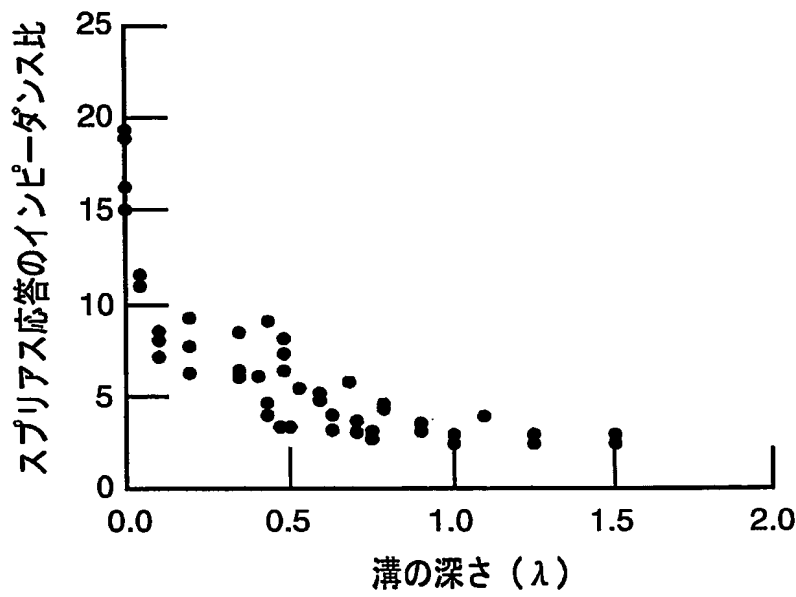


図 1 1

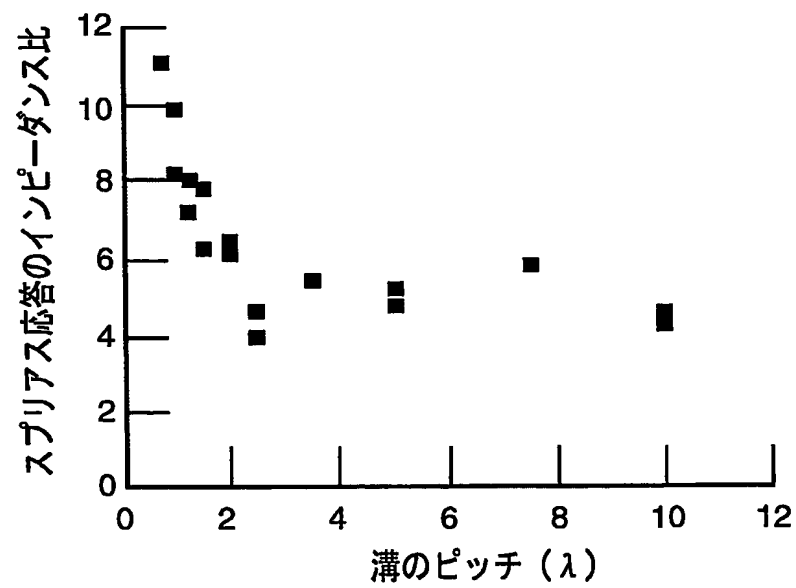


図 1 2

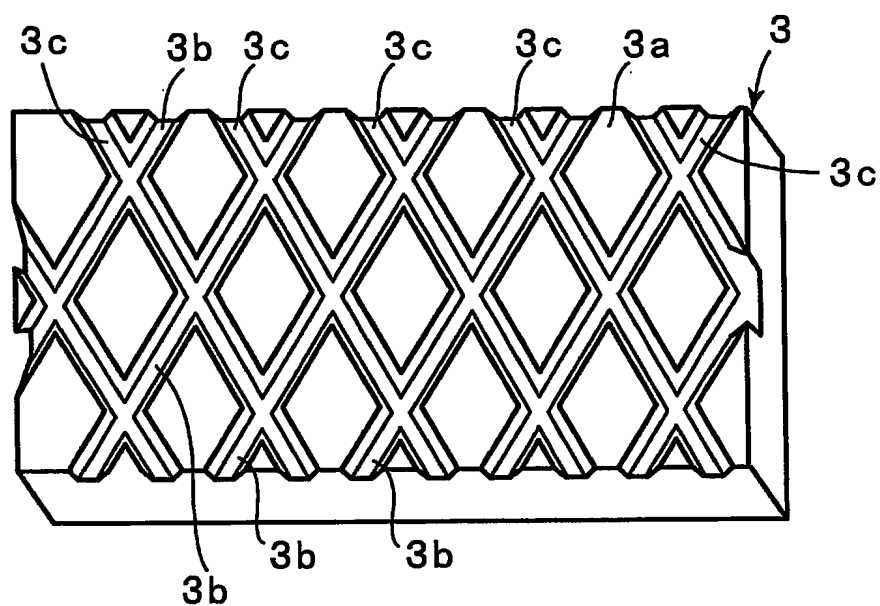


図 1 3

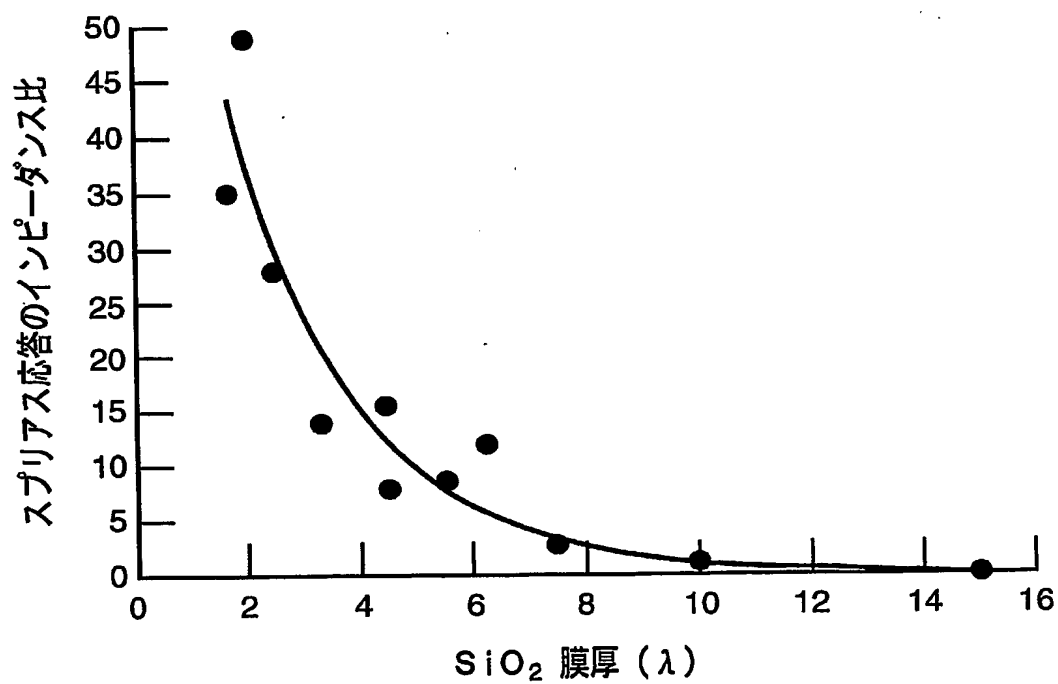


図 1 4

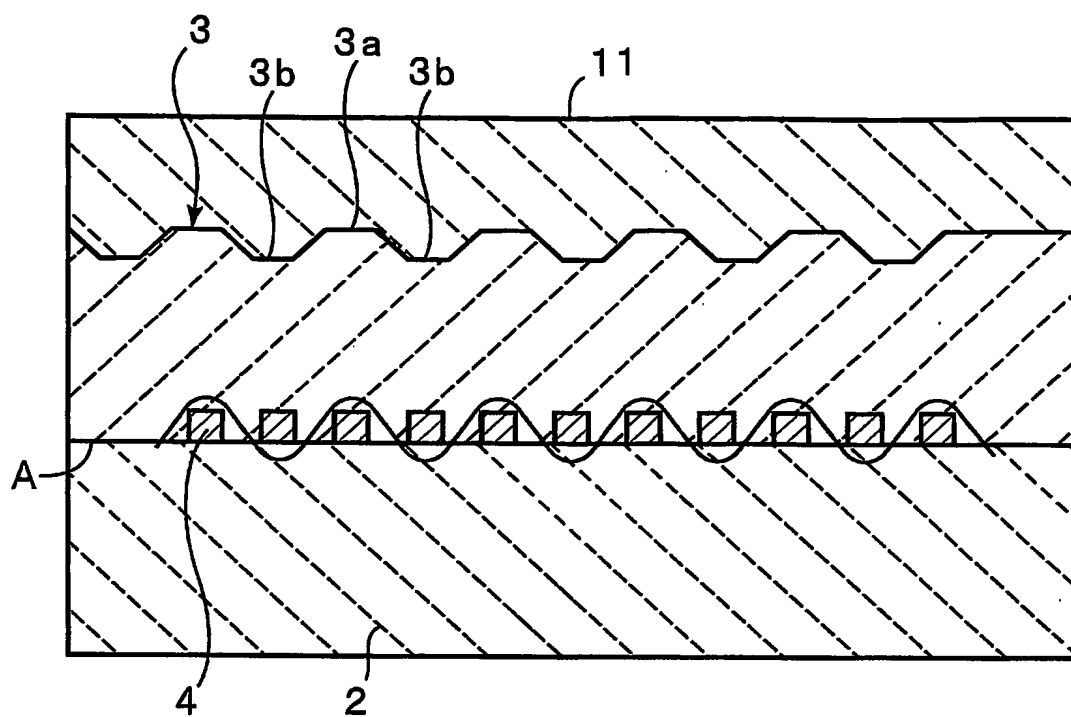


図 1 5

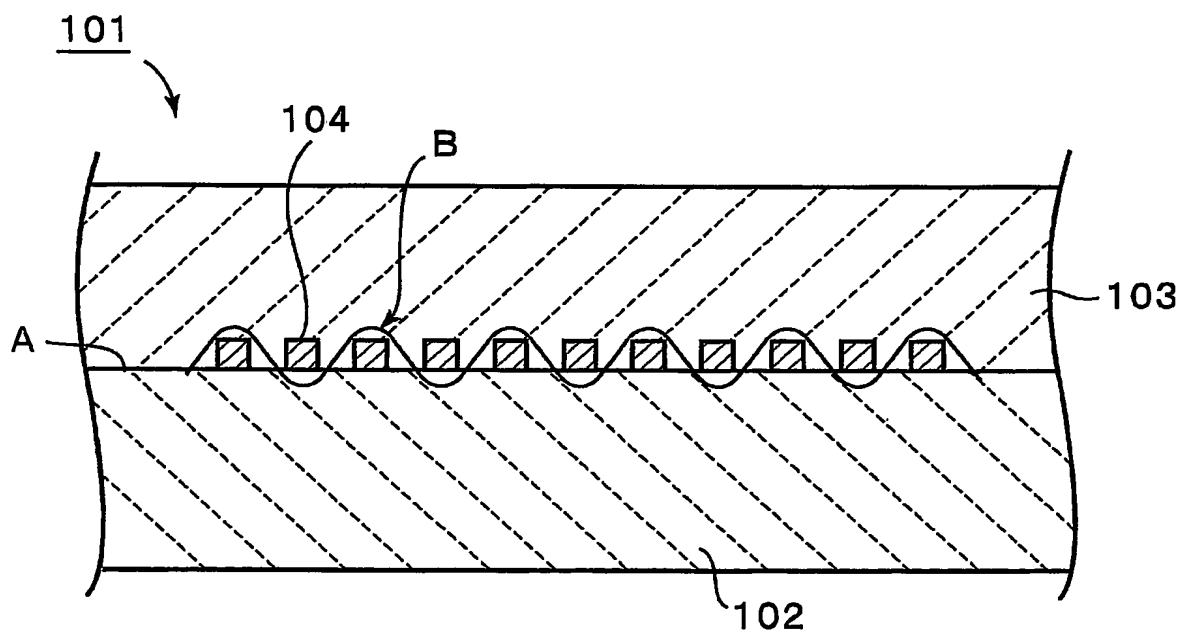


図 16

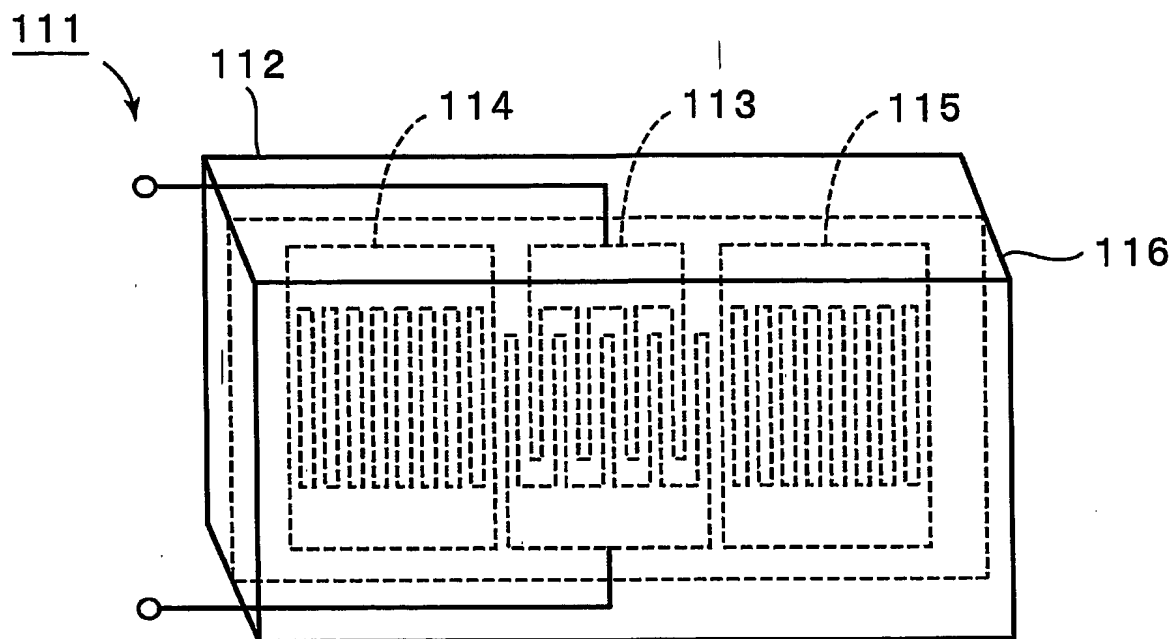
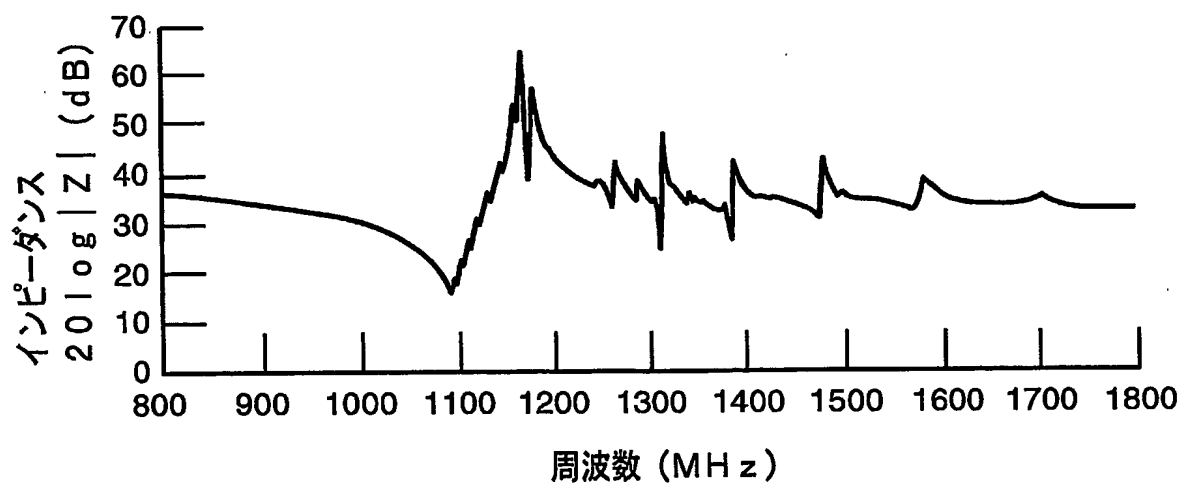


図 17



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000762

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> H03H9/145, H03H9/25

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H03H9/145, H03H9/25

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 7-212174 A (Hitachi, Ltd.), 11 August, 1995 (11.08.95), Par. Nos. [0004] to [0027]; Fig. 5 (Family: none)	1 7-9
X Y	WO 98/052279 A1 (Hitachi, Ltd.), 19 November, 1998 (19.11.98), Page 9, line 10 to page 13, line 14; Figs. 4 to 6, 11 to 12 & JP 10-549008 X	2-4, 8-12 5-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 April, 2004 (27.04.04)

Date of mailing of the international search report  
18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000762

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 107436/1989 (Laid-open No. 46233/1991) (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 April, 1991 (30.04.91), Page 5, line 12 to page 8, line 20; Fig. 1 (Family: none)	2-4 7-9, 11
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 34928/1988 (Laid-open No. 137624/1989) (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 September, 1989 (20.09.89), Page 4, line 7 to page 6, line 2; Figs. 2 to 3 (Family: none)	2-6
A	WO 98/051011 A1 (Toshiba Corp.), 12 November, 1998 (12.11.98), Full text; all drawings & EP 920129 A1 & CN 1225760 A & JP 10-547920 X & US 6046656 A & KR 2000022521 A & KR 301322 B	12
A	JP 62-40811 A (TDK Corp.), 21 February, 1987 (21.02.87), Full text; all drawings (Family: none)	2-6
A	JP 10-84246 A (Toshiba Corp.), 31 March, 1998 (31.03.98), Full text; all drawings (Family: none)	12
Y	JP 10-335974 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 1998 (18.12.98), Full text; all drawings (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/145, H03H9/25

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H03H9/145, H03H9/25

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 7-212174 A (株式会社日立製作所) 1995. 08. 11, 第【0004】欄~第【0027】欄, 第 5図 (ファミリーなし)	1 7-9
X Y	WO 98/052279 A1 (株式会社日立製作所) 1998. 11. 19, 9頁10行-13頁14行, 第4-6図, 第11-12図& JP 10-549008 X	2-4, 8-12 5-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 27. 04. 2004

国際調査報告の発送日 18. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
高木 進

5W 8628

電話番号 03-3581-1101 内線 3574



C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	日本国実用新案登録出願1-107436号(日本国実用新案登録出願公開3-46233号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社村田製作所) 1991.04.30, 5頁12行-8頁20行, 第1図(ファミリーなし)	2-4 7-9, 11
Y	日本国実用新案登録出願63-34928号(日本国実用新案登録出願公開1-137624号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社村田製作所) 1989.09.20, 4頁7行-6頁2行, 第2-3図(ファミリーなし)	2-6
A	WO 98/051011 A1 (株式会社東芝) 1998.11.12, 全文, 全図 & EP 920129 A1 & CN 1225760 A & JP 10-547920 X & US 6046656 A & KR 2000022521 A & KR 301322 B	12
A	JP 62-40811 A (ティーディーケイ株式会社) 1987.02.21, 全文, 全図(ファミリーなし)	2-6
A	JP 10-84246 A (株式会社東芝) 1998.03.31, 全文, 全図(ファミリーなし)	12
Y	JP 10-335974 A (松下電器産業株式会社) 1998.12.18, 全文, 全図(ファミリーなし)	1